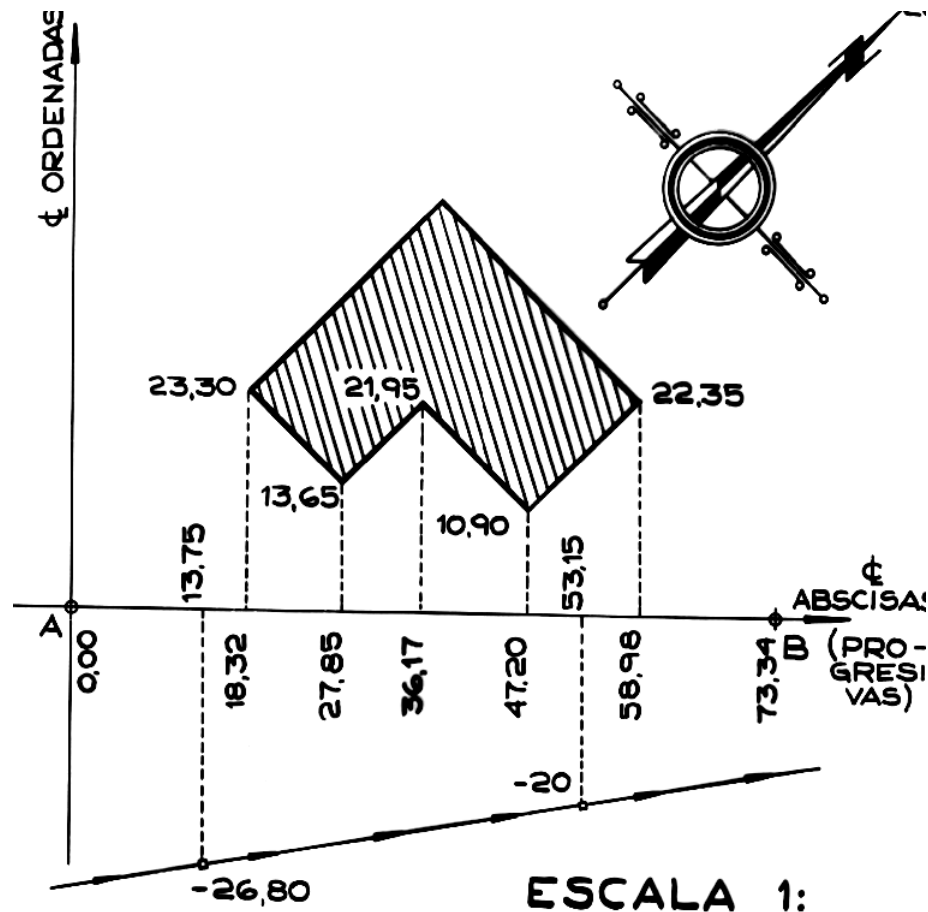


TEMA 5 – MEDICIÓN PLANIMÉTRICA-

1. LEVANTAMIENTO Y REPLANTEO DE PUNTOS POR COORDENADAS RECTANGULARES.

En los trabajos topográficos es frecuente el trazado de ángulos fijos que, generalmente miden 90° y 180° . Encontrar el pie de una normal o estacionar un jalón de manera que determine un ángulo recto con una alineación \overline{AB} dada, lo que podría llamarse como el levantamiento de una normal, son ejemplos específicos de operaciones topográficas que requieren la medición de ángulos fijos de 90° . Este método consiste en fijar un eje \overline{AB} en el terreno, que se jalona de acuerdo a su longitud y se ubica según la posición que ocupen los puntos a levantar. Se recorre la alineación determinando sobre ella los pies de las perpendiculares trazadas desde dichos puntos y se miden sus progresivas desde el origen A (abscisas) y las ordenadas correspondientes, obteniéndose así el levantamiento planimétrico de los puntos por sus coordenadas rectangulares.



Los puntos sobre alineación \overline{AB} , deben pertenecer a ella, lo que puede lograrse con el apoyo de un ayudante que alinee al operador principal o con el empleo de instrumentos que midan ángulos fijos de 180° .

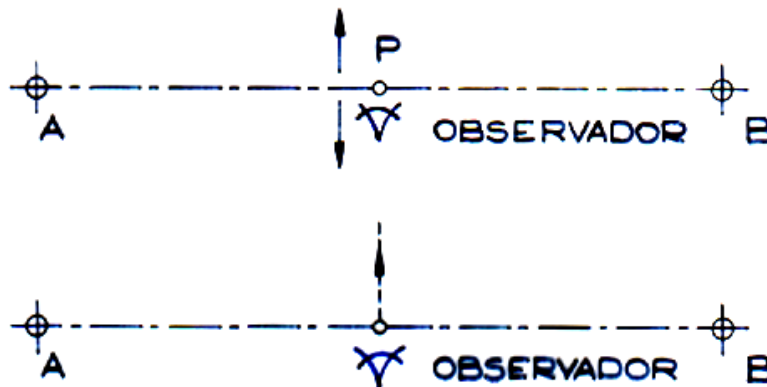
2. ESCUADRAS DE PRISMAS

La determinación de las distancias la efectuamos empleando la cinta de agrimensor y la ruleta. Para levantar las perpendiculares y ubicar los pies de las mismas utilizamos las escuadras. Estas son goniométricas de ángulo fijo.

Para determinar esas perpendiculares se utilizan instrumentos sencillos llamados de ángulo fijo pues sólo permiten medir ángulos de 90° ó 180° . Entre los más antiguos pueden mencionarse la escuadra a pínulas. A ellas le siguieron las escuadras ópticas, de espejos o de prismas. Uno de los más utilizados por su versatilidad y mayor campo visual es el pentaprisma doble o escuadra de agrimensur que se apoyan en la ley de reflexión simple que dice: el ángulo de incidencia es igual al de reflexión.

Con este tipo de aparato se podrá:

- Alinear un punto intermedio de una recta, siendo visibles desde él los puntos extremos
- Levantar una perpendicular desde un punto cualquiera de una alineación recta.
- Bajar una perpendicular desde un punto exterior al lado.

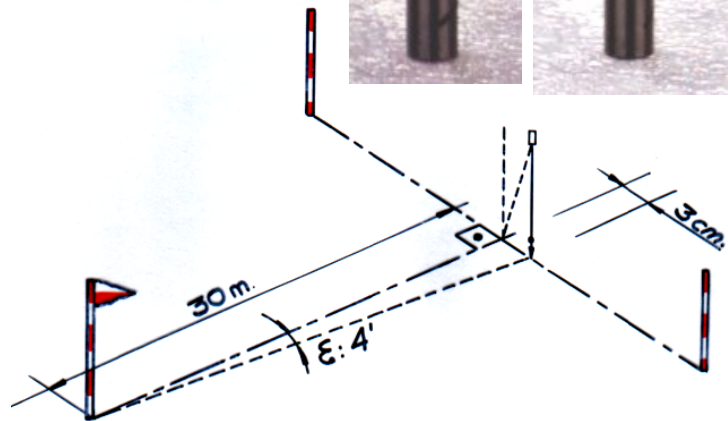
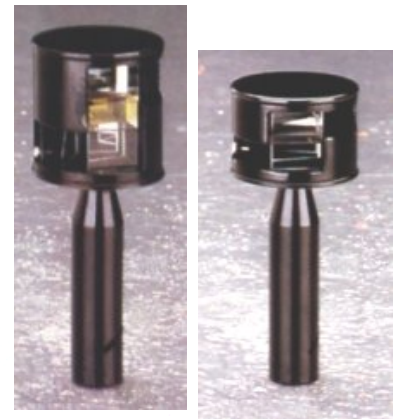


El principio del instrumento es el siguiente : Un rayo incide sobre el prisma y es refractado y reflejado por distintas caras de tal manera que su dirección de salida forma ángulo recto con la dirección de entrada.

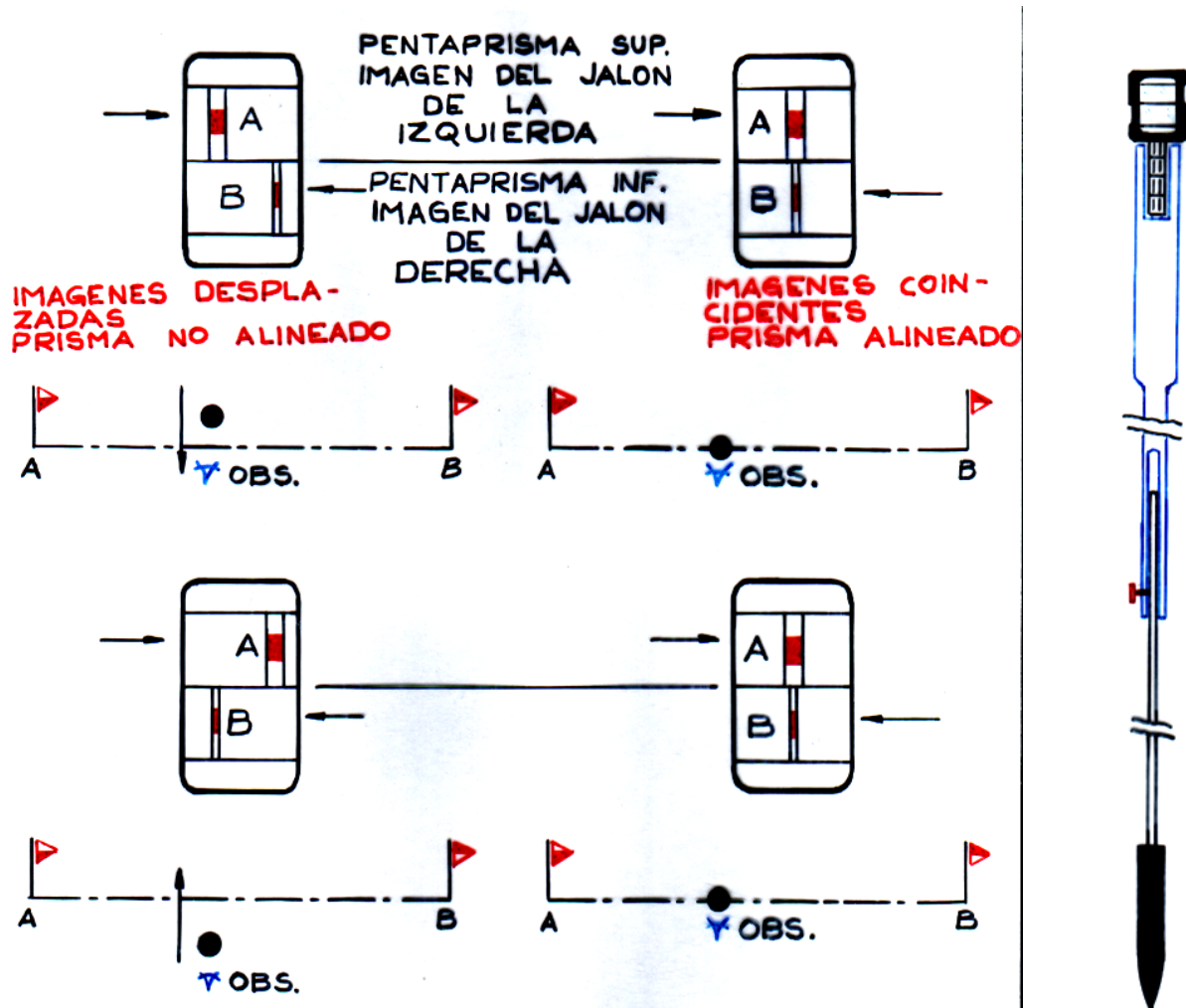
Este tipo de aparatos puede operarse con una precisión tal que el ángulo recto puede determinarse, según los fabricantes, con una tolerancia de $1'$. En la práctica distintos factores concurren a perturbar esa apreciación, elevándola a valores próximos a los $5'$, según las condiciones de trabajo. Por ejemplo, solamente un error de 3 cm en la vertical del prisma sobre la cinta (error muy probable) cuando la ordenada es de 30 m, produce un error angular de casi $4'$. Se puede decir que no es aconsejable utilizar la escuadra para ubicar puntos sobre ordenadas de más de 100 m.

Una escuadra se encuentra alineada y/o en el cruce de la perpendiculares cuando las

imágenes de los jalones o señales correspondientes se superponen verticalmente en el



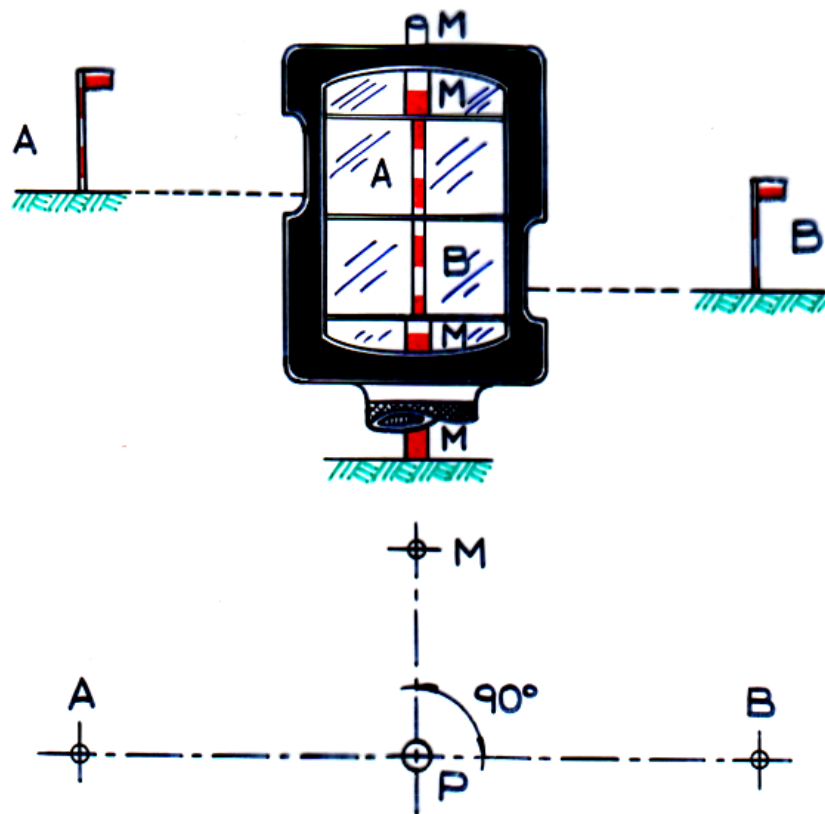
centro del campo visual del pentaprisma. Para proyectar o bajar esa posición sobre la cinta tendida en el terreno, se utiliza una plomada enganchada en el mango de la escuadra; también hay bastones (plomadas rígidas) para el mismo fin.



Al iniciar el trabajo con el prisma, nos colocaremos lo más próximo posible a la alineación correcta, apareciendo desplazadas las imágenes de los jalones colocados a la derecha (prisma inferior) y a la izquierda (prisma superior).

Produciendo un movimiento transversal al prisma, según la dirección de la flecha de la figura, lograremos hacer coincidir las imágenes desplazadas de los jalones. Lograda la alineación procedemos a centrarlo sobre un punto determinado de la línea y desde allí levantamos la perpendicular buscada haciendo colocar un jalón frente nuestro, de modo que su imagen coincida verticalmente con las reflejadas en los pentaprismas.

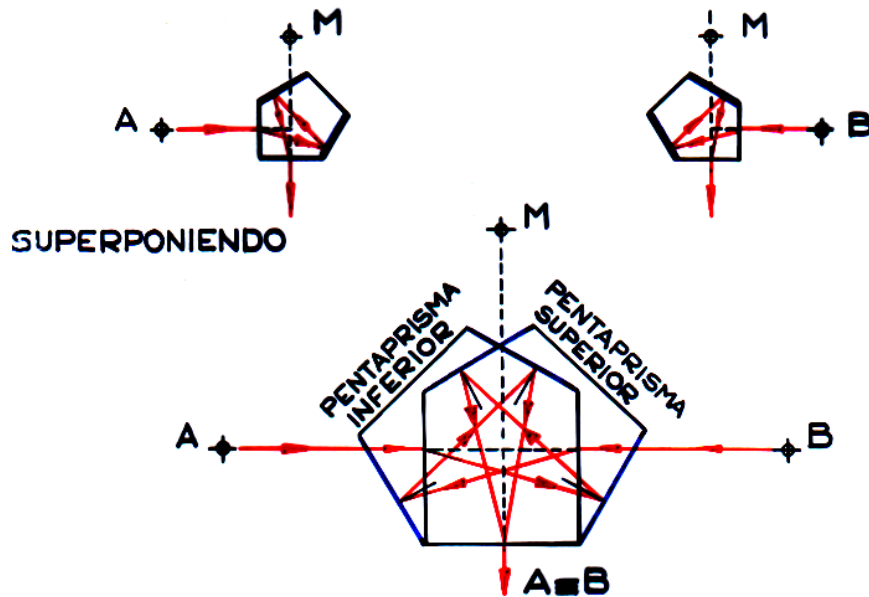
También podemos desplazar el pentaprismo sobre la línea, manteniendo coincidentes las imágenes de los jalones, hasta encontrar el pié de la perpendicular que pasa por el punto a relevar, donde habremos colocado una señal adecuada, la que visualizaremos a ojo libre, por encima o por debajo de la escuadra prismática, hasta hacerla coincidir simultáneamente con las imágenes de los jalones colocados en A y B.



A continuación veremos los esquemas simplificados del recorrido de los rayos en el pentaprisma doble, en el pentaprisma simple (prisma de Goulier) y en el prisma (prisma de Bauenfeind).

3. PENTAPRISMA DOBLE

Veamos primero el recorrido de los rayos dentro de cada uno de los pentaprismas, (fig. 50).



Si ahora los superponemos, tal como vienen montados de fabrica, tendremos el esquema buscado.

4. PENTAPRISMA SIMPLE

El pentaprismo simple o prisma de Goulier tiene dos caras azogadas, cuyas prolongaciones forman un ángulo de 45° . El camino de los rayos es el siguiente :

$$\pi + \varepsilon = 180^\circ - \rho \quad (1)$$

$$\pi = 90^\circ - \delta$$

$$\varepsilon = 90^\circ - \gamma$$

$$\pi + \varepsilon = 180^\circ - \delta - \gamma \quad (2)$$

de (1) y (2)

$$180^\circ - \rho = 180^\circ - \delta - \gamma$$

$$\rho = \delta + \gamma$$

Pero $\delta = \gamma$ pues son ángulos de incidencia y de reflexión, formados por rayos de luz con la normal a la superficie reflejante

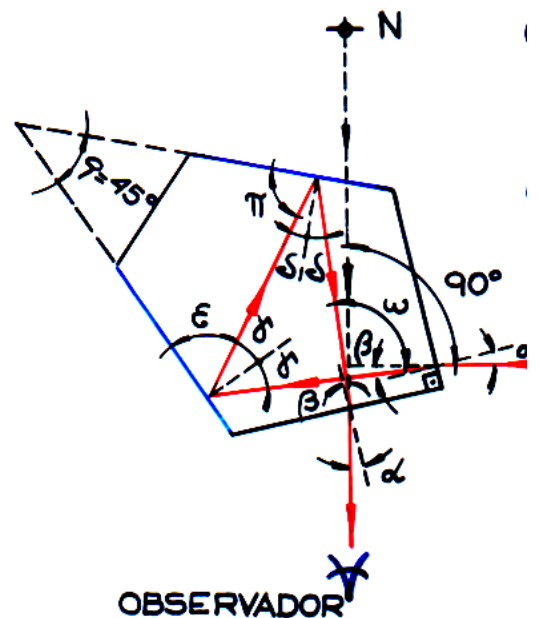
$$\therefore \rho = 2\gamma$$

$$\therefore \gamma = \rho / 2 \quad (3)$$

$$180^\circ - \omega + 2\delta + 2\gamma = 180^\circ$$

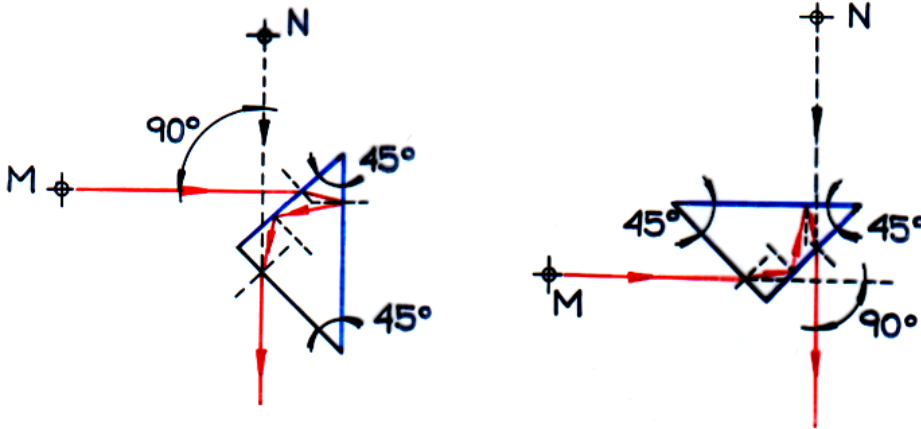
$$\omega = 2\delta + 2\gamma = 4\gamma$$

$$\text{por (3)} \Rightarrow \omega = 2\rho \quad \boxed{\text{si } \rho=45^\circ \Rightarrow \omega = 90^\circ}$$

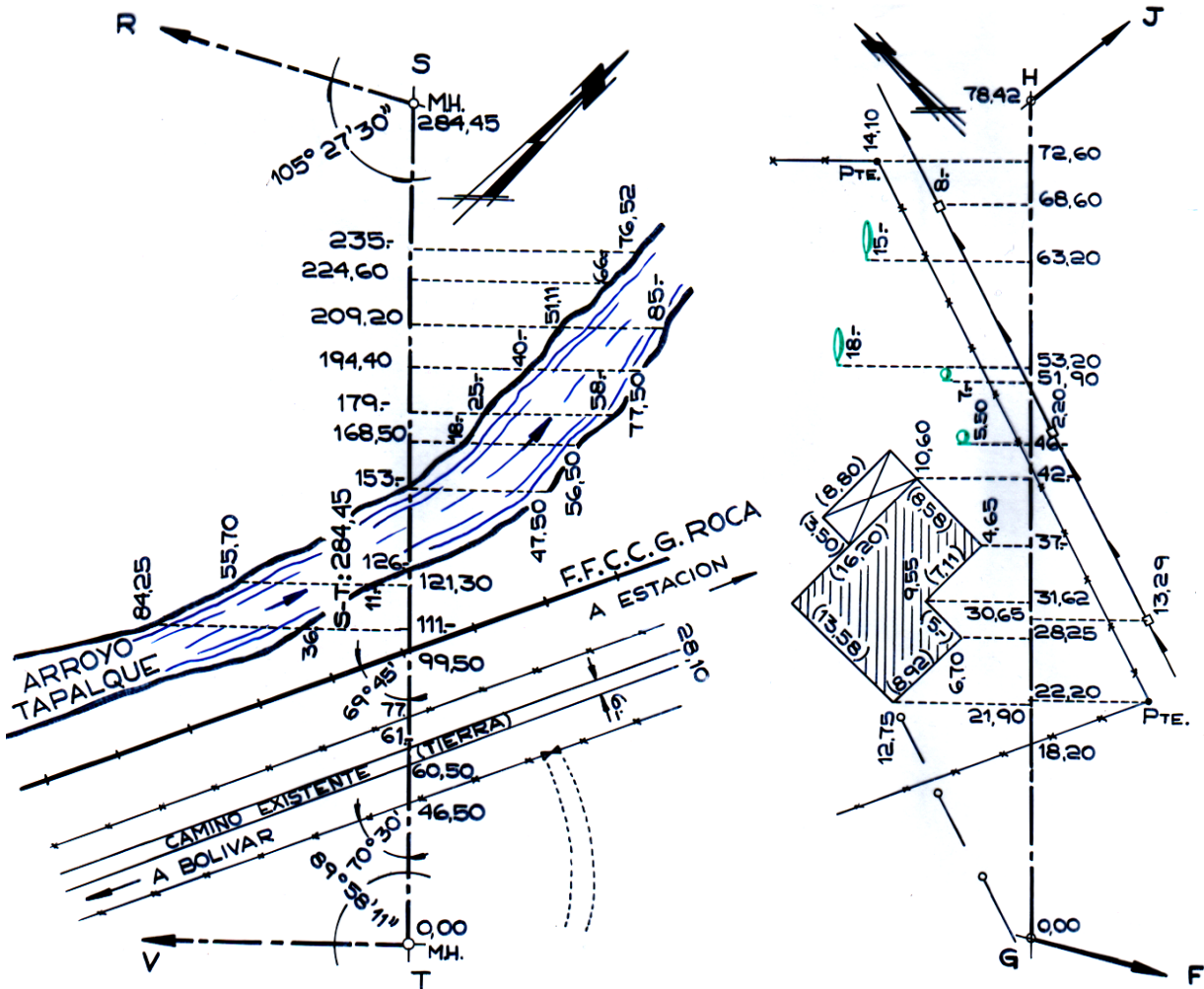


5. PRISMA SIMPLE

El recorrido de los rayos dentro de un prisma simple o prisma de Bauenfeind está regido, igual que en los anteriores, por los principios de óptica de reflexión y refracción.



Continuando con el relevamiento de detalles, daremos a continuación dos ejemplos del registro en libreta de campaña.



Cuando una calle, camino, curso de agua o vías férreas corten el eje de levantamiento debemos tomar la progresiva y ángulo de cruce, el ancho del accidente y todo otro detalle que sea de interés.

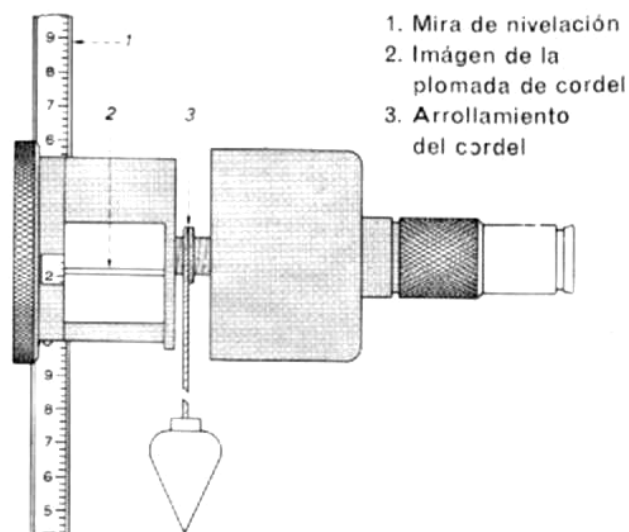
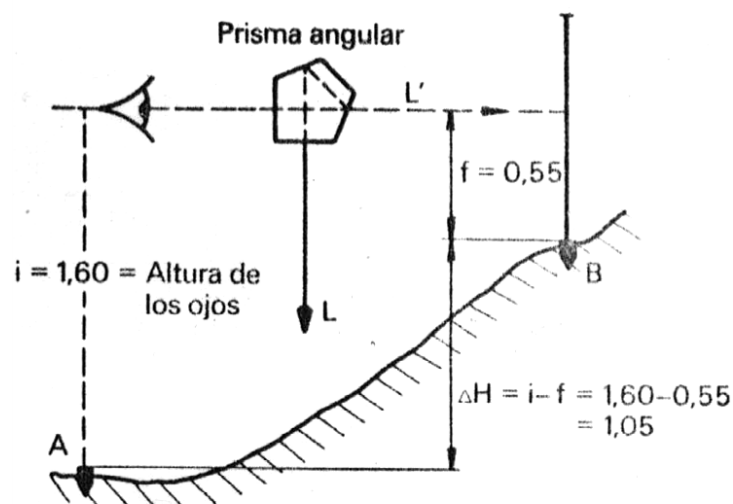
Por tratarse de un trabajo de tipo expeditivo, ese ángulo de cruce bastará medirlo con el sextante.

En general, se puede decir que la cantidad y calidad de los hechos o accidentes a relevar dependerá de la finalidad del levantamiento, así como la precisión de las mediciones estará vinculada con la precisión y escala a la que se hará el dibujo definitivo.

Además es común que los relevamientos planimétricos de detalles se completen, en una etapa posterior, con un relevamiento altimétrico.

6. NIVELACIÓN CON PENTAPRISMA

Es posible realizar toma de alturas para determinar diferencias de niveles a distintos puntos en cortas distancias.



7. TRAZADO Y LEVANTAMIENTO DE PERPENDICULARES Y PARALELAS CON CINTA EXCLUSIVAMENTE

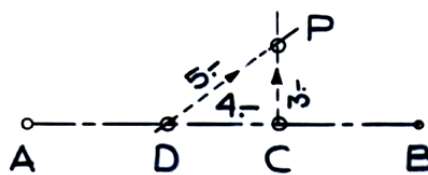
En ocasiones, en la topografía, nos encontramos con trabajos en los que no es necesario o indispensable el uso de un equipo topográfico, y que pueden resolverse de manera satisfactoria con el uso exclusivo de **la cinta métrica**, estas operaciones se realizan cuando no es necesaria una alta precisión en las medidas, pero cuidando de llevar a cabo un buen levantamiento.

Este tema trata sobre los procedimientos operacionales que tienen como finalidad el replanteo sobre el terreno de las condiciones establecidas en un plano, o la obtención de datos de campo útiles para poder representar un terreno por medio de su figura, semejante en un plano, con uso exclusivo de cinta, sin ocupar algún equipo topográfico.

7.1. Levantar la perpendicular a una línea topográfica. Método 3 - 4 - 5

Supongamos que sobre la línea AB tomamos un punto C, alineado en ella, desde el que necesitamos levantar una perpendicular. Ubicamos, alineado con AC, el punto D situado a 4 metros de C. Luego, desde C medimos 3 metros y desde D tomamos 5 metros y el punto de cruce de ambas medidas dará el punto P sobre la perpendicular PC a la línea AB. Igualmente podemos tomar tres valores que sean múltiplos de los usados 3, 4 y 5 ; como ser 6, 8 y 10; 15, 20 y 25; 30, 40 y 50 pues todos obedecen al teorema de Pitágoras.

$$\overline{DP} = \sqrt{\overline{DC}^2 + \overline{CP}^2}$$



7.2. Pie de la perpendicular en una línea topográfica

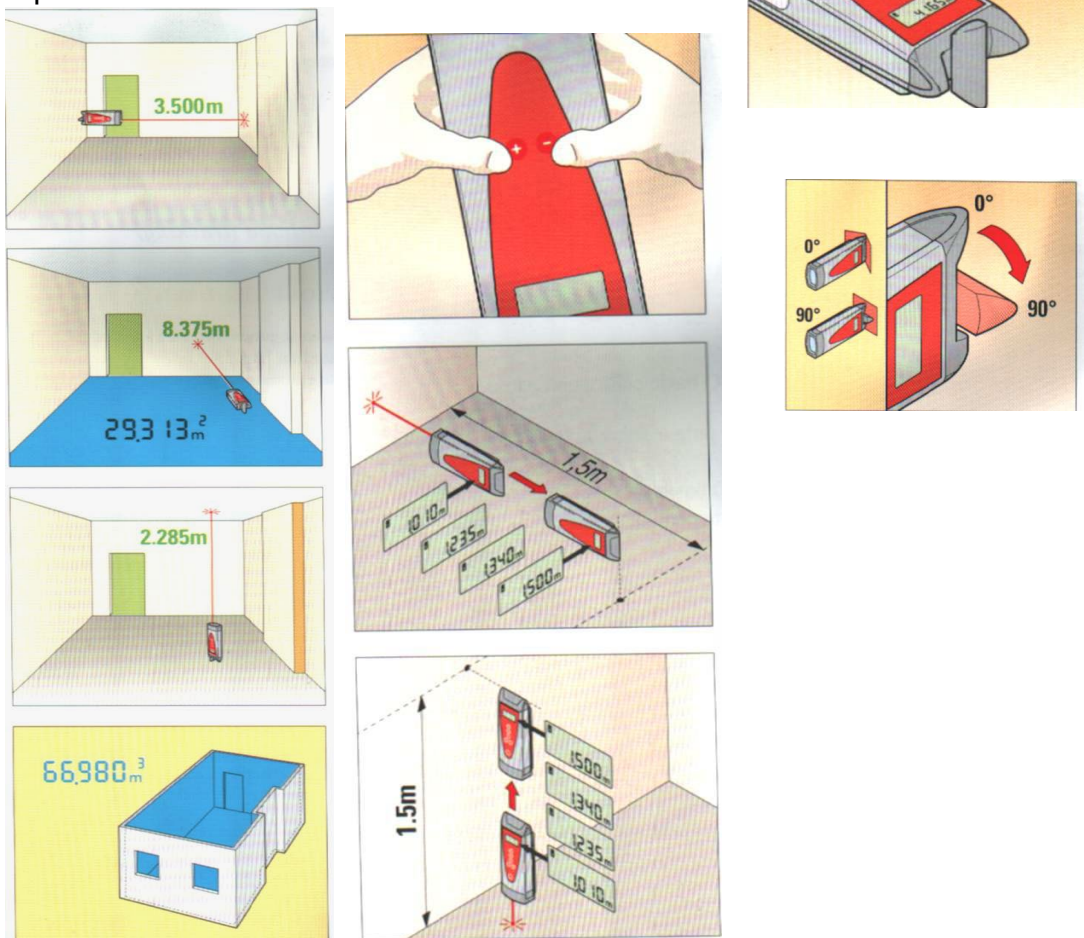
Si en vez de levantar nos proponemos bajar una perpendicular desde un punto a un lado del polígono, teniendo solamente una cinta o un hilo podemos hallar la solución de la siguiente manera. Con centro en P y con la cinta o el hilo bien tenso (haciendo las veces de radio) se corta AB en C y D. Midiendo la distancia CD se alinea su punto medio M que será el pie de la perpendicular.

Es obvio que el radio habrá que elegirlo mayor que la distancia que separa al punto de la recta. Si utilizamos un hilo, fijados los puntos C y D, bastará con tender el mismo entre ellos y luego con la mitad hallada por doblez del cordel se ubica M.

8. METROLÁSER o DISTANCIÓMETRO LÁSER¹

Es una "cinta" métrica láser, que tiene la gran ventaja de visar cualquier objetivo (techos, paredes, resalto de un muro, bóvedas, etc) y medir distancias, que físicamente son inaccesibles con una cinta métrica clásica (como las descritas). O sólo muy difícilmente, por ejemplo a través de obstáculos tales como vallas o a alturas lejanas. Consiste en emitir el rayo láser y al visar el punto exacto con el punto láser rojo, se aprieta la tecla de medición y en segundos se puede leer en la pantalla la distancia medida con un precisión de ± 5 a ± 1 mm -según el modelo-. Memoriza las mediciones, en la actualidad equipos que almacenan 1000 mediciones, miden con precisión de ± 1 mm, promedian hasta 8 mediciones y tienen 13 funciones de cálculo.

Determinan superficies y volúmenes, miden en forma continua (tracking), ideal para replanteos



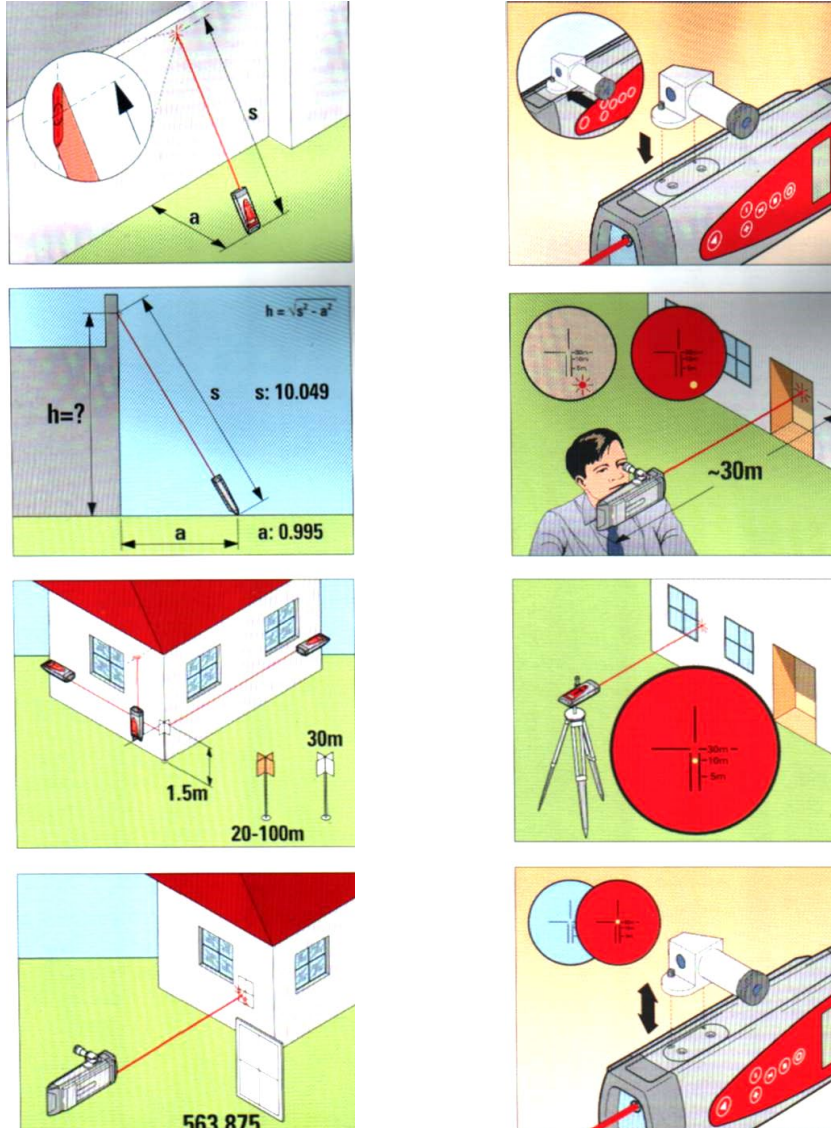
¹ Ver folleto LEICA DISTO

Es posible medir alturas (de fachadas) y perímetros de edificios con el auxilio de una tablilla de puntería .

Es posible hacer puntería, aumentar la distancia a medir, y visualizar el punto con luz natural, con el apoyo de un visor al que hay que calibrar.

El rango de medición es de 30 cm a 200 metros, precisión 1mm.

El diámetro del punto láser es de: a 10 metros ϕ 6 mm, 50 metros ϕ 30 mm y a 100 metros ϕ 60 mm,



Con teclado alfanumérico, funciones de cálculo ampliadas y posibilidad de conexión a una PC portátil. Dispone, además del extremo multifuncional. Con una placa adaptadora se pueden montar vertical u horizontalmente en un trípode. Con el teclado alfanumérico ayuda a registrar datos con una referencia de texto y a mantenerlos organizados para su posterior utilización. Diversas funciones: distancias máxima y mínima, horizontales y verticales, cálculos de superficies y volúmenes; sensor de inclinación, puntero láser. Otra característica es que permite mediciones con un display digital con zoom 4x y fotos, gracias a una



cámara integrada es posible tomar imágenes y descargarlas a la PC, o transferir datos a smartphones y tabletas. Medicion trapezoidal, perfil de altura, funciones Pitágoras.

9. ACCESORIOS TOPOGRAFICOS

9.1. MEDICIÓN DE DISTANCIAS CON ODÓMETRO o RUEDA MEDIDORA

El odómetro o rueda de medición, es una rueda que al girar sobre la superficie del terreno, convierte el número de revoluciones obtenidas en distancia inclinada, la cual puede ser leída directamente sobre un contador o pantalla digital. A pesar de ser un instrumento rápido y fácil de utilizar, su precisión es limitada, por lo que básicamente se utiliza en el chequeo de distancias realizadas por otros métodos, reconocimientos previos, inventarios viales etc.

La máxima precisión relativa que puede lograrse en la medición de distancias con el odómetro es 1:200 sobre superficies lisas²

Rueda Medidora (MOTA, C-1000)

Mide distancias de hasta 10Km, 5 dígitos con iluminación, e pliega para fácil transporte. Diámetro de la rueda: 318 mm. Mide (por cm.) hasta 10.000 m. Peso en uso: 1,53 kg.



Rueda Medidora (MYZOG MG-1000D)

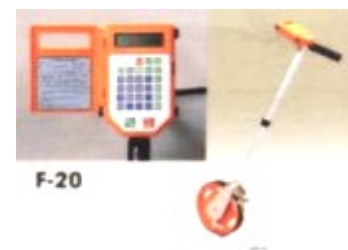
Rueda doble de 20 cm, mínima lectura de 1 cm, rango de medición 1 km. Contador bajo la empuñadura.



Rueda Medidora (TOKYO RIKA F-20)

Rueda doble de 20 cm, mínima lectura de 10 cm, rango de medición 1000 km. Contador bajo la empuñadura.

Totalmente digital. Suma, resta, calcula todo tipo de superficies, ya que posee las funciones de "Raíz cuadrada" y "PI". A prueba de agua. Display iluminable que permite trabajar de noche. Autoapagado a los 10 minutos



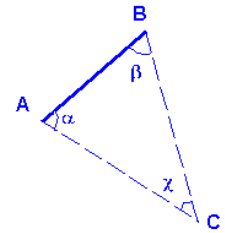
² Leonardo Casanova M. Medición de Distancias

9.2. MEDICIÓN DE DISTANCIAS CON TELÉMETRO

El telémetro, es un instrumento óptico que mide distancias inclinadas por simple colimación, sin necesidad de colocar miras ni señales en el punto al cual se desea determinar la distancia.

Debido a su limitada precisión, su uso queda prácticamente restringido a operaciones de exploración y reconocimiento, estudios de rutas, etc., siendo su mayor aplicación en operaciones militares.

Su funcionamiento³ está basado en cálculos trigonométricos y se funda en el principio de que las visuales dirigidas desde dos puntos de observación convergen en un punto cuya distancia queremos medir, determinando un ángulo cuyo valor depende de la distancia entre los dos puntos de observación y la existente entre éstos y el punto cuya distancia queremos conocer.



Tenemos una distancia conocida \overline{AB} o que se puede conocer que es la existente entre los puntos de observación A y B, a la que se le conoce con el nombre de **base del telémetro**, también conocemos o podemos conocer el ángulo formado por ambas visuales.

Una vez conocidas dichas medidas se puede calcular la distancia por medio de cálculo trigonométrico, aunque en la mayoría de los casos se conoce al momento, ya que los elementos móviles del telémetro disponen de escalas que dan la medida buscada.

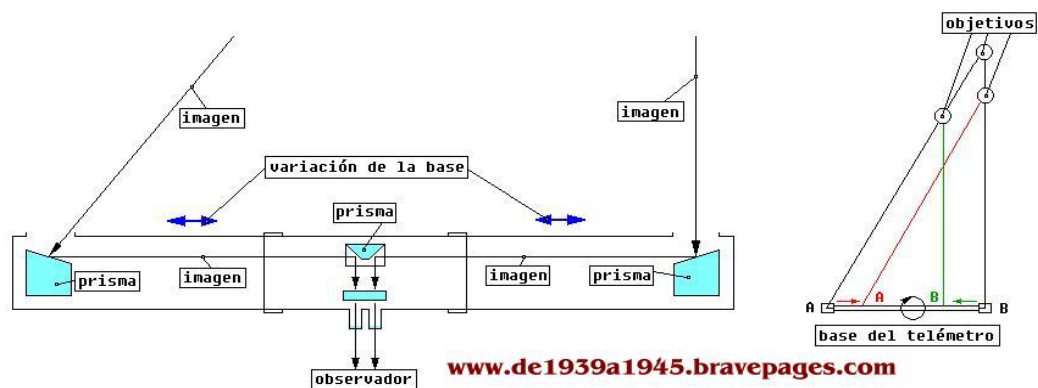
La precisión del telémetro o la mayor exactitud de la distancia buscada depende de la longitud de la **base del telémetro**, cuanto mayor longitud mayor precisión y exactitud. En la 2ª Guerra Mundial (1939-1945) algunos buques de guerra esa longitud llegó a ser de unos 13 metros.

Los telémetros son de dos tipos:

9.2.1. Heterostático: Es aquel en el que los elementos ópticos se mantienen fijos y se varía la distancia de la base.

Consisten en dos prismas de reflexión total, uno desvía los rayos luminosos 90° y otro $90^\circ + \alpha$, siendo α de poco más de 1° .

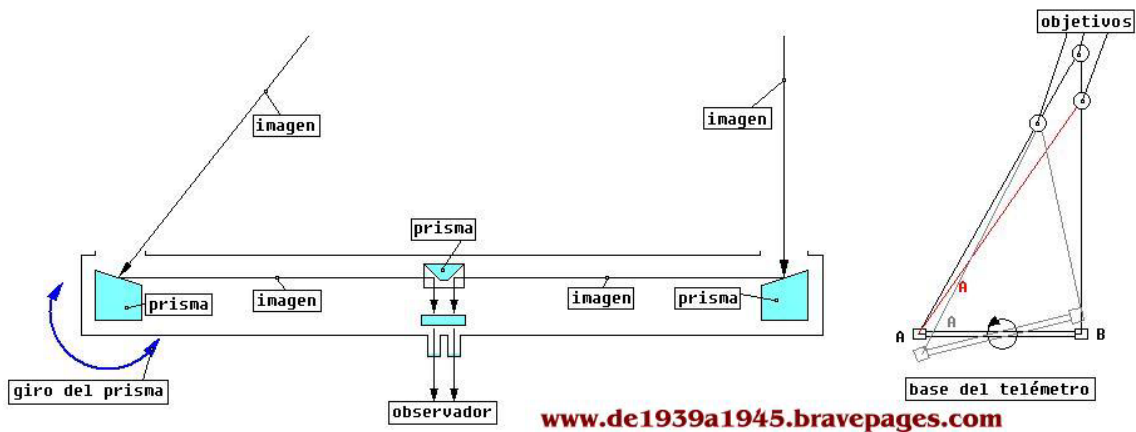
Siendo E el centro equidistante entre los prismas A y B y estando alineados de modo que la imagen que pasa a través de ellos convergen en un punto C cuya distancia D queremos conocer, por trigonometría plana tenemos: $D = E \cotg \alpha$



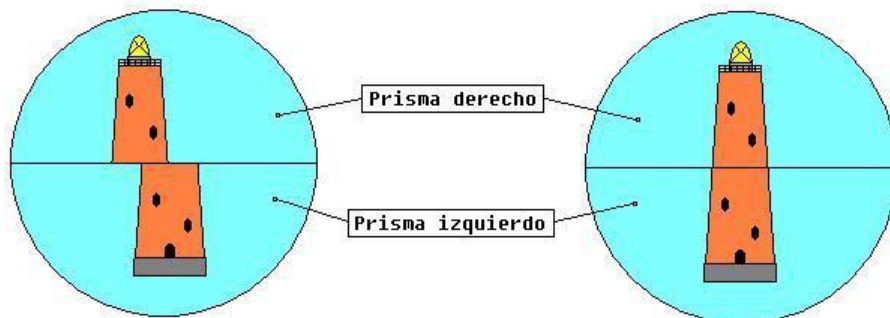
³ <http://www.de1939a1945.com/tecnicos/024telemetro.htm>

9.2.2. Monostático: En este tipo de telémetro se mantiene fija la distancia de la base y se varía el ángulo de los elementos ópticos. Los telémetros monostáticos a su vez pueden ser de dos tipos:

- **Monostático de coincidencia:** constan de dos espejos, uno fijo y otro móvil situados enfrente de sus correspondientes orificios, cada uno de los espejos cubre una parte del campo visual y el observador ve la imagen dividida en dos partes normalmente separadas; girando el espejo móvil hasta hacer coincidir ambas imágenes de forma que se complete una sola, el ángulo formado determina la distancia del objeto observado. La manilla o botón que gira el espejo está graduada de modo que se ve la distancia de un modo directo.



www.de1939a1945.bravepages.com



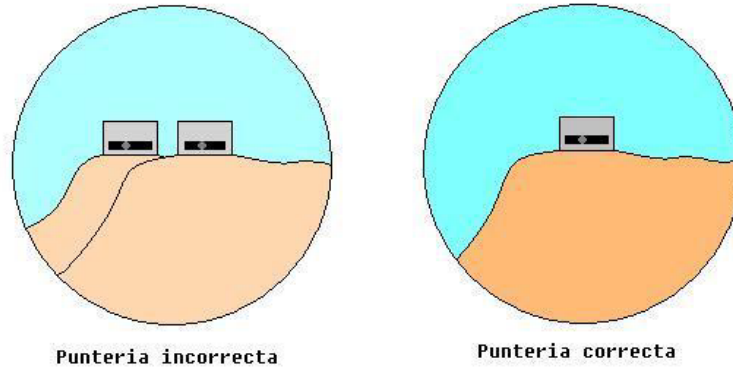
Distancia incorrecta

Distancia correcta

Como se ve en la imagen para que la puntería sea correcta hay que actuar sobre una de las lentes hasta que las dos mitades de la imagen coincidan, en ese momento la distancia es correcta y ésta se ve en el indicador que incorpora la lente móvil



- **Monostático Estereoscópico:** que son similares a los anteriores pero para conocer la distancia se deben superponer ambas imágenes. Son de manejo bastante complejo por lo que se requiere personal bien adiestrado para su uso.



Es de más precisión que los anteriores ya que al superponer las imágenes, si éstas son de un objetivo con muchos relieves la coincidencia –de las imágenes superpuestas– hace que la visión y medida sean muchos más precisa, incluso en malas condiciones metereológicas



9.3. MEDIDOR DE DISTANCIAS POR SONIDO (ZIRCON SONIC MEASURE DM S50L).

Alcance 15 metros. Calcula longitudes, superficies y volúmenes. Posee un puntero láser para facilitar la medición.



9.4. NIVEL DE MANGUERA ELECTRÓNICO. (ZIRCON ELECTRALEVEL PRO) Determina el nivel preciso hasta 30 m. Indicador sonoro. Permite el trabajo de una sola persona.



9.5. NIVELES DE MANO LÁSER ELECTRÓNICO

- ZIRCON LASER VISION X. La línea nivelante alcanza hasta 45 m. Indicador de desnivel. El nivel y el láser trabajan en conjunto.



- LASER ALIGNMENT - LINEMASTER TL . Permite líneas a nivel, vertical y a 45°. Luz visible Alimentación: 3 pilas tipo "AA" Base en "V" para apoyar sobre tubos o caños Precisión 6 mm en 15 metros



- ZIRCON VIDEOLEVEL PRO. Es una herramienta incluye una pantalla electrónica en la cual se ve indicada la desviación relativa del nivel o plomada y la

dirección de rotación necesaria para alcanzarlos. Una señal sonora es emitida cuando se ha encontrado el nivel o la plomada.

Elimina suposiciones y errores visuales en áreas de difícil acceso ya que posee indicador con señal sonora. Posee imanes en los extremos. Posibilidad de almacenar un ángulo en memoria.



8.6. PROYECTORES LÁSER

8.6.1. Línea Vertical

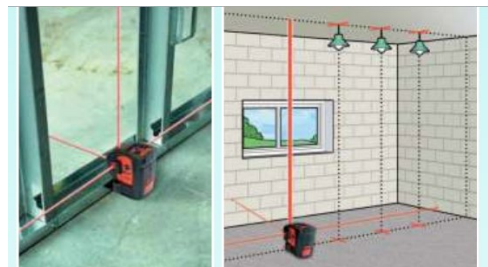
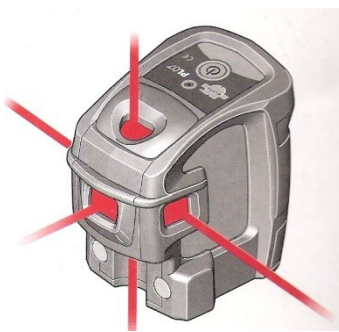
ZIRCON LASERVISION PLUMB PYRAMID

Proyecta una línea vertical sobre cualquier superficie. Base autonivelante, proyecta desde el piso hasta el techo. De operación simple. Precisión: 2.5 mm en 1.60 m.



8.6.2. Láser de 5 Puntos⁴

Nivel autojustable a 5 puntos, con exactitud de 1,6 mm en 10 m. Vertical horizontal y plomada.



En construcción en seco.

Caños, plomerías.



Potente imán.



Puede usarse con trípode.

Datos técnicos

Modelo	PL 07
Clase de láser	2 (635-670nm)
Nro. de diodos	5
Poder	5x0.8-1.0mW
Exactitud	1.6mm (10m)
Visibilidad	Aprox. 30m
Rango de nivelado	± 5°
Baterías	3x1.5V alcalino tipo AA
Protección al agua	IP55

⁴ Würth –Folleto técnico Láser de 5 puntos PL=/